

(51) Int.Cl.⁷

G 1 1 B 11/10

識別記号

5 0 6

5 8 6

F I

G 1 1 B 11/10

テーマコード(参考)

5 0 6 A

5 D 0 7 5

5 8 6 C

審査請求 未請求 請求項の数12 ○ L (全 22 頁)

(21) 出願番号

特願平10-385860

(22) 出願日

平成10年12月24日 (1998.12.24)

(31) 優先権主張番号

特願平10-116332

(32) 優先日

平成10年4月27日 (1998.4.27)

(33) 優先権主張国

日本 (J P)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 広 兼 順司

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ヤープ株式会社内

(72) 発明者 岩田 昇

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ヤープ株式会社内

(74) 代理人 100103296

弁理士 小池 隆彌

Fターム(参考) 5D075 AA01 AA03 AA05 CC11 CD11

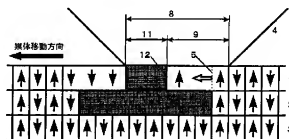
EE01 EE03 EE05 FF12

(54) 【発明の名称】 光磁気記録媒体及び再生装置並びに再生方法

(57) 【要約】

【課題】 繰り返し再生が発生しない磁区拡大再生を実現し、再生信号振幅を低下させることなく、光の回折限界以下の周期の信号を再生可能とし、記録密度を大幅に向上させる。

【解決手段】 第1、第2、第3磁性層1、2、3は順次積層されている。第1磁性層1は、再生温度近傍の温度において第3磁性層3に比して相対的に磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度が大きな垂直磁化膜からなる。第1磁性層1、第2磁性層2、第3磁性層3のキュリー温度をそれぞれ T_{c1} 、 T_{c2} 、 T_{c3} としたとき、 $T_{c1} < T_{c2} < T_{c3}$ なる関係が成立する。情報の再生は、光ビーム照射により第1磁性層1をキュリー温度以上に加熱して行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも、第1、第2、第3磁性層が順次積層され、

第1磁性層は、所定温度近傍において第3磁性層に比べて相対的に磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度が大きく、再生時の加熱によりキュリー温度以上に昇温される垂直磁化膜からなり、

第1磁性層、第2磁性層、第3磁性層のキュリー温度をそれぞれ $Tc1$ 、 $Tc2$ 、 $Tc3$ としたときに、 $Tc2 < Tc1 < Tc3$

なる条件を満足することを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項2】 請求項1に記載の光磁気記録媒体において、

第1磁性層のキュリー温度を $Tc1$ としたときに、

$140^{\circ}\text{C} \leq Tc1 \leq 240^{\circ}\text{C}$

なる条件を満足することを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項3】 請求項1に記載の光磁気記録媒体において、

第1磁性層のキュリー温度を $Tc1$ 、前記第2磁性層のキュリー温度を $Tc2$ としたときに、

$40^{\circ}\text{C} \leq Tc2 \leq Tc1 - 40^{\circ}\text{C}$

なる条件を満足することを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項4】 少なくとも、第1、第2、第3磁性層が順次積層され、

第1磁性層は、所定温度近傍において第3磁性層に比べて相対的に磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度が大きい垂直磁化膜からなり、

第1磁性層、第2磁性層、第3磁性層のキュリー温度をそれぞれ $Tc1$ 、 $Tc2$ 、 $Tc3$ としたときに、 $Tc2 < Tc1 < Tc3$

なる条件を満足するとともに、

第1磁性層は、その補償温度を $Tcomp1$ としたときに、

$-60^{\circ}\text{C} \leq Tcomp1$

であるか、または、 25°C 以上の温度において、 REr_{ich} 組成の垂直磁化膜であることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項5】 少なくとも、第1、第2、第3磁性層が順次積層され、

第1磁性層は、所定温度近傍において第3磁性層に比べて相対的に磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度が大きい垂直磁化膜からなり、

第1磁性層、第2磁性層、第3磁性層のキュリー温度をそれぞれ $Tc1$ 、 $Tc2$ 、 $Tc3$ としたときに、 $Tc2 < Tc1 < Tc3$

なる条件を満足するとともに、

第3磁性層の補償温度を $Tcomp3$ としたときに、 $-40^{\circ}\text{C} \leq Tcomp3 \leq Tc3$

なる条件を満足することを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項6】 少なくとも、第1、第2、第4、第5磁

性層が順次積層されており、

第1磁性層は、所定温度近傍において第4磁性層及び第5磁性層に比べて相対的に磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度が大きい垂直磁化膜からなり、

第4磁性層と第5磁性層の磁氣的極性が異なり、且つ、第1磁性層、第2磁性層、第4磁性層、第5磁性層のキュリー温度をそれぞれ $Tc1$ 、 $Tc2$ 、 $Tc4$ 、 $Tc5$ としたときに、

$Tc2 < Tc1 < Tc4$

$Tc2 < Tc1 < Tc5$

なる条件を満足することを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項7】 少なくとも、第6、第7、第2、第3磁性層が順次積層されており、

第6磁性層及び第7磁性層は、所定温度近傍の温度において第3磁性層に比べて相対的に磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度が大きい垂直磁化膜からなり、

第6磁性層と第7磁性層は、互いに磁氣的極性が異なり、

且つ、第6磁性層、第7磁性層、第2磁性層、第3磁性層のキュリー温度をそれぞれ $Tc6$ 、 $Tc7$ 、 $Tc2$ 、 $Tc3$ としたときに、

$Tc2 < Tc6 < Tc3$

$Tc2 < Tc7 < Tc3$

なる条件を満足することを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項8】 請求項7に記載の光磁気記録媒体において、

$Tc6$ と $Tc7$ が略等しいことを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項9】 少なくとも、第1、第2、第4、第5磁性層が順次積層されており、

第1磁性層は、所定温度近傍において第5磁性層に比べて相対的に磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度が大きい垂直磁化膜からなり、

第4磁性層は、第5磁性層と磁氣的極性が異なり、第5磁性層よりも小さな保磁力を有しており、

且つ、第1磁性層、第2磁性層、第4磁性層、第5磁性層のキュリー温度をそれぞれ $Tc1$ 、 $Tc2$ 、 $Tc4$ 、 $Tc5$ としたときに、

$Tc2 < Tc1 < Tc5 < Tc4$

なる条件を満足することを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項10】 請求項1乃至請求項6のいずれかまたは請求項9に記載の光磁気記録媒体を再生する再生装置であって、

再生時に、前記光磁気記録媒体に光ビームを照射する照射手段と、

光ビームの照射光強度を、前記光磁気記録媒体の第1磁性層をキュリー温度以上に加熱できる強度に制御する制御手段と、を有してなることを特徴とする再生装置。

【請求項11】 請求項7または請求項8に記載の光磁気記録媒体を再生する再生装置であって、

再生時に、前記光磁気記録媒体に光ビームを照射する照射手段と、
光ビームの照射光強度を、前記光磁気記録媒体の第6磁性層及び第7磁性層をキュリー温度以上に加熱できる強度に制御する制御手段と、を有してなることを特徴とする再生装置。

【請求項12】 少なくとも第1磁性層、第2磁性層、第3磁性層が順次積層され、第1磁性層は所定温度近傍において第3記録磁性層に比べて相対的に磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度が大きい垂直磁化膜からなり、キュリー温度が第2磁性層、第1磁性層、第3磁性層の順で大きく形成された光磁気記録媒体の再生方法であって、再生時に、第1磁性層をそのキュリー温度以上に加熱すること、磁壁の移動を抑制する領域を形成することを特徴とする再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光磁気ディスク、光磁気テープ、光磁気カード等の光磁気記録媒体及びその再生する再生装置及び再生方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から、書き換え可能な光記録媒体として、光磁気記録媒体が実用化されている。このような光磁気記録媒体では、光磁気記録媒体上に集光された半導体レーザーから出射される光ビームのビーム径に対して、記録用磁区である記録ビット径及び記録ビット間隔が小さくなってくると、再生特性が劣化していくという欠点がある。

【0003】このような欠点は、目的とする記録ビット上に集光された光ビームのビーム径内に隣接する記録ビットがあるために、個々の記録ビットを分離して再生することができなくなることが原因である。

【0004】上記の欠点を解消するために、“High-Density Magneto-Optical Recording with Domain Wall Displacement Detection” (Joint Magneto-Optical Recording International Symposium on Optical Memory 1997 Technical Digest, TuE-04, p. 38, 39) において、第1、第2、第3磁性層が順次積層されている光磁気記録媒体であって、第1磁性層は、再生温度近傍の温度において第3磁性層に比べて相対的に磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度が大きな垂直磁化膜からなり、第2磁性層のキュリー温度が第1磁性層及び第3磁性層のキュリー温度より低い光磁気記録媒体を用いて、光ビーム照射により温度上昇した領域に磁壁を移動させ、小さな記録ビット径及び記録

ビット間隔においても、再生信号強度の低下を招くことなく、個々の記録ビットを分離して再生する技術が記されている。

【0005】図19は、この再生方法を説明する図である。図19において、第1磁性層1と第2磁性層2と第3磁性層3とは交換結合状態で積層されており、各層のキュリー温度をそれぞれ T_{c1} 、 T_{c2} 、 T_{c3} とすると、 T_{c1} と T_{c2} は $T_{c2} < T_{c1}$ なる関係にある。図中、矢印は、各磁性層の遷移金属磁気モーメントの向きを示している。なお、図19において、第3磁性層3には、記録された磁区がすでに形成されており、上向きの磁区及び下向きの磁区が交互に繰り返して存在している。

【0006】このような光磁気記録媒体において、第1磁性層1側から、再生のための光ビーム4が集光照射されると、第2磁性層2にキュリー温度以上に温度上昇した領域が発生するが、キュリー温度以下の領域においては、交換結合により、第3磁性層3の磁区情報第2磁性層2を介して第1磁性層1へと転写される。すなわち、光ビームが照射されている領域8の先端部分の上向きの遷移金属磁気モーメントは、第3磁性層3から第1磁性層1へとそのまま転写される。

【0007】一方、第2磁性層2におけるキュリー温度以上に温度上昇した領域（ディスク基板の回転に伴う媒体移動により光ビーム4より後方に位置する）では、第1磁性層1と第3磁性層3との交換結合が第2磁性層2により遮断されるため、第1磁性層1の磁壁は、容易に移動可能な状態となる。

【0008】第3磁性層3の情報がそのまま第1磁性層1に転写されると、本来、磁壁5が形成されることになるが、第2磁性層2がキュリー温度以上になった領域においては第1磁性層1の磁壁が容易に移動するため、磁壁5は最も安定な位置へと移動することになる。ここで、磁壁エネルギー密度が温度上昇とともに小さくなることを考慮すると、磁壁5は、光ビーム4の照射により最も温度が上昇した位置へと移動し、磁壁6を形成することになる。

【0009】このように、この光磁気記録媒体では、第2磁性層2の性質によって、磁壁を移動させることができ、これにより第3磁性層3の記録磁区を第1磁性層1において拡大することができる。よって、記録磁区を小さくした場合においても第1磁性層1から得られる再生信号振幅を大きくすることができ、光の回折限界以下の周期の信号を再生することが可能となる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の再生方法においては、先端部分からの磁壁移動と後端部分からの磁壁移動が存在するため、一つの磁区を二度再生するという問題がある。以下、図20及び図21を用いて、この点について説明する。

【0011】図20は、第3磁性層3に形成された孤立磁区7が光ビーム4の先端部分に存在し、孤立磁区7の位置で、第3磁性層3と第1磁性層1とが交換結合し、上向きモーメントが第1磁性層1に転写された際の様子を示すものである。なお、この図における第2磁性層2中の黒塗り部分は第2磁性層2がキュリー温度以上に加熱される領域Xである。

【0012】この図20に示す状態では、上記したように磁壁5が磁壁6の位置まで移動して磁区の拡大が実現され、光ビーム4が照射されている領域8に対して上向きモーメントを有する再生磁区9が形成されるため、大きな再生信号振幅が得られる。

【0013】この図20の状態から媒体（光磁気記録媒体）が光ビーム4に対して相対的に移動して、孤立磁区7が領域Xを通過している際には、第1磁性層1には第3磁性層3の下向きモーメントが転写され、領域9のモーメントも下向きとなる（図示せず）。

【0014】更に、媒体が移動して、図21に示すような状態、すなわち、孤立磁区7が第2磁性層2が領域Xの後端部分に存在する状態となると、第3磁性層3の孤立磁区7の上向きモーメントが第1磁性層1へと転写され、磁壁5'は、最も安定な磁壁6'の位置まで移動することになる。したがって、光ビーム4が照射されている領域8に対して、上向きモーメントを有する再生磁区10が存在することになる。

【0015】以上のように、孤立磁区7は、光ビーム照射により第2磁性層2がキュリー温度以上に加熱される領域Xの前端部分の位置に存在する時（図20の状態）に一度再生され、領域Xの後端部分の位置に存在する時（図21の状態）に再度再生されることになる。この現象については、“High-Density Magneto-Optical Recording with Domain Wall Displacement Detection” (Joint Magnetooptical Recording International Symposium / International Symposium on Optical Memory 1997 Technical Digest, Tu-E-04, p. 38, 39)に記載されているように、第3磁性層3と第1磁性層1との交換結合が安定している比較的長い記録磁区で顕著に発生するものである。

【0016】上記のように、従来の光磁気記録媒体では比較的長い記録磁区の再生を安定に行えず、より高密度なマークエッジ記録方式での記録再生を行う際に、大きな問題となる。

【0017】本発明は、上記従来の問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、再生信号振幅を低下させることなく光の回折限界以下の周期の信号を再生するとともに、長い記録磁区においても、繰り返し再

生の発生しない光磁気記録媒体及び再生装置並びに再生方法を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の光磁気記録媒体は、少なくとも、第1、第2、第3磁性層が順次積層され、第1磁性層は、所定温度近傍において第3磁性層に比べて相対的に磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度が大きく、再生時の加熱によりキュリー温度以上に昇温される垂直磁化膜からなり、第1磁性層、第2磁性層、第3磁性層のキュリー温度をそれぞれ $Tc1$ 、 $Tc2$ 、 $Tc3$ としたときに、 $Tc2 < Tc1 < Tc3$

なる条件を満足することを特徴とする。

【0019】請求項2に記載の光磁気記録媒体は、請求項1に記載の光磁気記録媒体において、第1磁性層のキュリー温度を $Tc1$ としたときに、 $140^{\circ}\text{C} \leq Tc1 \leq 240^{\circ}\text{C}$ なる条件を満足することを特徴とする。

【0020】請求項3に記載の光磁気記録媒体は、請求項1に記載の光磁気記録媒体において、第1磁性層のキュリー温度を $Tc1$ 、前記第2磁性層のキュリー温度を $Tc2$ としたときに、 $40^{\circ}\text{C} \leq Tc2 \leq Tc1 - 40^{\circ}\text{C}$ なる条件を満足することを特徴とする。

【0021】請求項4に記載の光磁気記録媒体は、少なくとも、第1、第2、第3磁性層が順次積層され、第1磁性層は、所定温度近傍において第3磁性層に比べて相対的に磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度大きい垂直磁化膜からなり、第1磁性層、第2磁性層、第3磁性層のキュリー温度をそれぞれ $Tc1$ 、 $Tc2$ 、 $Tc3$ としたときに、 $Tc2 < Tc1 < Tc3$

なる条件を満足するとともに、第1磁性層は、その補償温度を $Tcomp1$ としたときに、 $-60^{\circ}\text{C} \leq Tcomp1$

であるか、または、 25°C 以上の温度において、 $RERich$ 組成の垂直磁化膜であることを特徴とする。

【0022】請求項5に記載の光磁気記録媒体は、少なくとも、第1、第2、第3磁性層が順次積層され、第1磁性層は、所定温度近傍において第3磁性層に比べて相対的に磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度大きい垂直磁化膜からなり、第1磁性層、第2磁性層、第3磁性層のキュリー温度をそれぞれ $Tc1$ 、 $Tc2$ 、 $Tc3$ としたときに、 $Tc2 < Tc1 < Tc3$

なる条件を満足するとともに、第3磁性層の補償温度を $Tcomp3$ としたときに、 $-40^{\circ}\text{C} \leq Tcomp3 \leq Tc3$ なる条件を満足することを特徴とする。

【0023】請求項6に記載の光磁気記録媒体は、少な

くとも、第1、第2、第4、第5磁性層が順次積層されており、第1磁性層は、所定温度近傍において第4磁性層及び第5磁性層に比べて相対的に磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度が大きな垂直磁化膜からなり、第4磁性層と第5磁性層の磁氣的極性が異なり、且つ、第1磁性層、第2磁性層、第4磁性層、第5磁性層のキュリー温度をそれぞれ $Tc1$ 、 $Tc2$ 、 $Tc4$ 、 $Tc5$ としたときに、

$$Tc2 < Tc1 < Tc4$$

$$Tc2 < Tc1 < Tc5$$

なる条件を満足することを特徴とする。

【0024】請求項7に記載の光磁気記録媒体は、少なくとも、第6、第7、第2、第3磁性層が順次積層されており、第6磁性層及び第7磁性層は、所定温度近傍の温度において第3磁性層に比べて相対的に磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度が大きな垂直磁化膜からなり、第6磁性層と第7磁性層は、互いに磁氣的極性が異なり、且つ、第6磁性層、第7磁性層、第2磁性層、第3磁性層のキュリー温度をそれぞれ $Tc6$ 、 $Tc7$ 、 $Tc2$ 、 $Tc3$ としたときに、

$$Tc2 < Tc6 < Tc3$$

$$Tc2 < Tc7 < Tc3$$

なる条件を満足することを特徴とする。

【0025】請求項8に記載の光磁気記録媒体は、請求項7に記載の光磁気記録媒体において、 $Tc6$ と $Tc7$ が略等しいことを特徴とする。

【0026】請求項9に記載の光磁気記録媒体は、少なくとも、第1、第2、第4、第5磁性層が順次積層されており、第1磁性層は、所定温度近傍において第5磁性層に比べて相対的に磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度が大きな垂直磁化膜からなり、第4磁性層は、第5磁性層と磁氣的極性が異なり、第5磁性層よりも小さな保磁力を有しており、且つ、第1磁性層、第2磁性層、第4磁性層、第5磁性層のキュリー温度をそれぞれ $Tc1$ 、 $Tc2$ 、 $Tc4$ 、 $Tc5$ としたときに、

$$Tc2 < Tc1 < Tc5 < Tc4$$

なる条件を満足することを特徴とする。

【0027】請求項10に記載の再生装置は、請求項1乃至請求項6のいずれかまたは請求項9に記載の光磁気記録媒体を再生する再生装置であって、再生時に、前記光磁気記録媒体に光ビームを照射する照射手段と、光ビームの照射光強度を、前記光磁気記録媒体の第1磁性層をキュリー温度以上に加熱できる強度に制御する制御手段と、を有してなることを特徴とする。

【0028】請求項11に記載の再生装置は、請求項7または請求項8に記載の光磁気記録媒体を再生する再生装置であって、再生時に、前記光磁気記録媒体に光ビームを照射する照射手段と、光ビームの照射光強度を、前記光磁気記録媒体の第6磁性層及び第7磁性層をキュリー温度以上に加熱できる強度に制御する制御手段と、を

有してなることを特徴とする。

【0029】請求項12に記載の再生方法は、少なくとも第1磁性層、第2磁性層、第3磁性層が順次積層され、第1磁性層は所定温度近傍において第3磁性層に比べて相対的に磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度が大きい垂直磁化膜からなり、キュリー温度が第2磁性層、第1磁性層、第3磁性層の順で大きく形成された光磁気記録媒体の再生方法であって、再生時に、第1磁性層をそのキュリー温度以上に加熱することで、磁壁の移動を抑制する領域を形成することを特徴とする。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明の光磁気記録媒体について詳細に説明するが、まず、本発明の光磁気記録媒体の原理について説明する。

【0031】図1は、本発明の光磁気記録媒体における再生時の状態を示す断面模式図である。本発明の光磁気記録媒体は、第1磁性層（再生層）1、第2磁性層2、第3磁性層（記録層）3が順次積層されており、第1磁性層1は、再生温度近傍の温度において該第3磁性層3に比べて相対的に磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度が大きな垂直磁化膜からなっている。また、第1磁性層1及び第2磁性層2及び第3磁性層3のキュリー温度をそれぞれ $Tc1$ 、 $Tc2$ 、 $Tc3$ としたとき、 $Tc2 < Tc1 < Tc3$ なる条件を満足するよう各磁性層の磁気特性が設定されている。

【0032】このような光磁気記録媒体では、第3磁性層3に上向き及び下向きの磁気モーメントとして情報が記録される。そして、再生動作は以下のように行われる。

【0033】室温において第1磁性層1、第2磁性層2、第3磁性層3は交換結合しており、第3磁性層3に記録された情報が第2磁性層2を介して第1磁性層1に転写されている。

【0034】再生時には、第1磁性層1側から再生装置の光ビーム照射手段が光ビーム4を照射して、第2磁性層2にキュリー温度以上に加熱された領域を形成する。このとき、上記加熱領域においては第2磁性層2の磁化が消失しているため、上記交換結合が遮断され、第1磁性層1の上記領域に位置する部分の磁壁は容易に移動可能な状態となる。このため、第2磁性層2がキュリー温度以上の領域においては、磁壁5が後方へ移動し、大きな磁区が形成されることになる。

【0035】従来例では、ここにおいて、第1磁性層1に照射される光ビーム4の後端からも磁壁の移動が生じるため、先に示したような同一記録磁区の繰り返し再生を行ってしまう。

【0036】そこで、本発明では、 $Tc2 < Tc1 < Tc3$ なる条件を満足すべく第1～第3磁性層1～3を設定している。そして、情報の再生時には、再生装置における光ビーム照射手段が光ビームを光磁気記録媒体に照

射して、光磁気記録媒体を所定温度（再生温度）以上に加熱する。より詳しくは、第1磁性層1内に、そのキュリー温度以上となる磁化を形成できるだけの強度に制御された光ビームを光磁気記録媒体に照射する。なお、光ビーム強度の制御は再生装置の制御手段が制御する。

【0037】これにより、第1磁性層1内に温度上昇により磁化が消失した領域11を形成することができ、この領域11によって、磁壁5の光ビーム4の後端からの移動を抑制することができる。

【0038】図2、図3は、従来技術の説明に用いた図20、21と同様に、孤立磁区7が媒体移動に伴い移動した時の様子を説明する断面模式図である。図2に示すように、孤立磁区7が先端部分に位置する場合、図20と同様に、磁壁5は、キュリー温度領域11のエッジ12まで移動し、磁区の拡大再生が実現する。一方、図3に示すように、孤立磁区7が後端部分に位置する場合、磁壁5'は、キュリー温度領域のエッジ12'まで移動することになる。ここで、この後端部分において拡大された磁区は、光ビーム4の照射領域8の範囲外に存在するため、光ビーム4により再生されることはなく、図20及び図21において説明したような繰り返し再生が起こることなく、先端領域のみからの磁区拡大再生を実現することが可能となる。

【0039】したがって、長い記録磁区も正確に再生することが可能となり、高密度なマークエッジ記録にも対応することができる。

【0040】【第1の実施の形態】本発明の実施の形態について、図面に基づいて説明すれば以下の通りである。なお、本実施の形態では、光磁気記録媒体として光磁気ディスクを適用した場合について説明する。

【0041】本発明の光磁気記録媒体は、図4に示すように、光磁気ディスク基板13上に透明誘電体保護層14、第1磁性層1、第2磁性層2、第3磁性層3、保護層15が順次形成された構成を有している。

【0042】このような光磁気ディスクでは、その記録方式としてキュリー温度記録方式が用いられており、半導体レーザーから出射される光ビーム4が基板13及び透明誘電体保護層14を通して、第1磁性層1へ絞りこまれ、第3磁性層3をキュリー温度以上に温度上昇させると共に外部磁界を加えることにより、第3磁性層3の磁化方向を制御することにより記録が行われる。また、再生は、同一光ビーム4を記録時よりも弱いパワーに設定し、極小効果として知られる光磁気効果によって、情報の再生が行われるようになっている。上記極小効果とは、光入射表面に垂直な磁化の向きにより、反射光の偏光面の回転の向きが逆方向になる現象である。

【0043】基板13は、例えばポリカーボネート等の透明な基材からなり、ディスク状に形成され、膜形成表面上に光ビーム4を導く案内溝16等を有している。本発明において、該案内溝16はランド17部分のみまたは

案内溝16部分のみに記録を行なうための案内溝16であっても良く、また、ランド17部分及び案内溝16部分の両方に記録を行なうための案内溝16であっても良いが、該案内溝16の深さが第1磁性層1の膜厚の2倍以上であることが望ましい。

【0044】図5は、本光磁気記録媒体を案内溝16を有する基板13上に形成した際の断面図を示すものであるが、案内溝16の深さは、100nmの矩形に形成しており、第1磁性層1の膜厚40nmの2倍以上の深さを有している。このため、ランド17上に積層された第1磁性層1は、案内溝16とランド17の段差部分18でほぼ分離されている。なお、実際には、スパッタリングにより第1磁性膜1が形成されるため、段差部分18にも磁性膜が形成され、第1磁性層1が繋がってしまうが、その膜厚が極めて薄くなるため、段差部分18における磁気的結合は無視できる。本発明においては、各情報トラック間で互いに磁気的に分離されているとは、このような状態にあることを意味している。このランド17上に溝幅いっぱい反転磁区を形成すると、図6に示すように、段差部分18における磁区の境界部には、磁壁が形成されず、ランド17上の磁区の境界部には閉じてない磁壁23が形成される。このような閉じてない磁壁23は、トラック方向に移動させても、段差部分18において磁壁の生成・消滅を伴わないため、容易に移動させることができる。

【0045】透明誘電体保護層14は、AlN、SiN、AlSiN、Ta₂O₅等の透明誘電体を用いることが望ましく、その膜厚は、入射する光ビーム4に対して、良好な干渉効果が実現し、媒体の極小回転角が増大すべく設定される必要があり、光ビーム4の波長を λ 、透明誘電体保護層14の屈折率を n とした場合、透明誘電体保護層14の膜厚は $(\lambda/(4n))$ 程度に設定される。例えば、光ビーム4の波長を680nmとした場合、透明誘電体保護層14の膜厚を40nm〜100nm程度に設定すれば良い。

【0046】第1磁性層1は、再生温度近傍の温度において第3磁性層3に比べて相対的に磁抵抗力が小さく磁壁移動度が大きな垂直磁化膜からなり、該第3磁性層3のキュリー温度より低いキュリー温度を有しており、再生時、光ビーム4が照射されることにより、第1磁性層1の温度上昇部分において、キュリー温度以上に温度上昇した領域11が存在すべく、その組成が調整されている。

【0047】第1磁性層1のキュリー温度 T_{c1} は、140℃以上240℃以下であることが望ましい。 $T_{c1} < 140℃$ においては、第1磁性層1のキュリー温度低下とともにカー回転角の低下が顕著となり、再生信号強度が低下し、良好な再生特性が得られなくなる。 $T_{c1} > 240℃$ においては、再生時に光ビーム4の照射により、第1磁性層1の一部を少なくとも240℃より高

い温度まで上昇させる必要があり、温度変動等によって、第3磁性層3がキュリー温度以上に加熱されてしまい記録された情報が消去される虞れがあるため、極めて再生パワーマージンが狭くなってしまふ。

【0048】また、第1磁性層1の膜厚は、20～80nmの範囲に設定されていることが望ましい。第1磁性層1の膜厚が20nmより薄くなると、透過する光量が大きくなることにより、良好なマスク効果が得られなくなるとともに、再生信号強度が低下し、再生特性の劣化を招くことになる。また、第1磁性層1の膜厚が80nmより厚くなると、膜厚増加による記録感度劣化が顕著となってくる。

【0049】上記磁気特性を満足する第1磁性層1としては、GdFe、及び、GdFeD、または、GdFeCoD(Dは、Y、Ti、V、Cr、Pd、Cu、Si、Alの中から選ばれる元素、または、それら2種類以上の元素からなるもの)、及び、GdHRFe、または、GdHRFeCo、または、GdHRFeCoD(HRは重希土類金属であり、Tb、Dy、Ho、Erの中から選ばれる元素、または、それら2種類以上の元素からなるもの)、一方、Dは、Y、Ti、V、Cr、Pd、Cu、Si、Alの中から選ばれる元素、または、それら2種類以上の元素からなるもの)、及び、GdLRF、または、GdLRFCo、または、GdLRFCoD(LRは軽希土類金属であり、Ce、Pr、Nd、Smの中から選ばれる元素、または、それら2種類以上の元素からなるもの)、一方、Dは、Y、Ti、V、Cr、Pd、Cu、Si、Alの中から選ばれる元素、または、それら2種類以上の元素からなるもの)等の材料からなる垂直磁化膜を採用することが可能である。

【0050】第2磁性層2は、希土類遷移金属合金からなる磁性膜からなり、そのキュリー温度が、第1磁性層1及び第3磁性層3のキュリー温度よりも低く設定されている。第2磁性層2のキュリー温度 T_c2 は、40℃以上140℃以下であることが望ましい。 $T_c2 < 40℃$ においては、第2磁性層2のキュリー温度が低くなり過ぎることにより、温度上昇していない部分における第1磁性層1と第3磁性層3との交換結合状態を安定に維持することが困難となり、再生信号品質が劣化してしまう。 $T_c2 > 140℃$ においては、高い温度領域まで、第1磁性層1と第3磁性層3とが交換結合してしまうため、磁区拡大する領域が狭くなり、再生信号強度が低下し、信号品質が劣化してしまう。また、第2磁性層2の膜厚は2nm～80nmの範囲に設定されていることが望ましい。第2磁性層2の膜厚が2nmより薄くなると、第2磁性層2がキュリー温度以上に温度上昇した領域において、第1磁性層1と第3磁性層3との交換結合を遮断することができなくなり、第1磁性層1における磁壁移動が阻害され、安定した磁区拡大再生を実現することが困難となる。また、第2磁性層2の膜厚が80nm

mより厚くなると、膜厚増加による記録感度劣化が顕著となってくる。

【0051】上記磁気特性を満足する第2磁性層2としては、TbFe、TbFeCo、DyFe、DyFeCo、TbDyFe、TbDyFeCo、TbFeD、TbFeCoD、DyFeD、DyFeCoD、TbDyFeD、TbDyFeCoD(Dは、Y、Ti、V、Cr、Pd、Cu、Si、Alの中から選ばれる元素、または、それら2種類以上の元素からなるもの)等の材料からなる垂直磁化膜を採用することが可能である。

【0052】第3磁性層3は、希土類遷移金属合金からなる垂直磁化膜からなり、そのキュリー温度が、第1磁性層1及び第2磁性層2のキュリー温度よりも高く設定されている。第3磁性層3のキュリー温度 T_c3 は、180℃以上300℃以下であることが望ましい。 $T_c3 < 180℃$ においては、第3磁性層3のキュリー温度が低くなり過ぎることにより、再生時、第1磁性層1をキュリー温度以上に加熱する際、わずかな温度上昇により、第3磁性層3のキュリー温度以上に媒体が加熱され、記録された情報が消去されることになり、極めて再生パワーマージンが狭くなってしまふ。また、 $T_c3 > 300℃$ においては、記録を行なうために、第3磁性層3を300℃以上に加熱する必要があり、記録感度劣化が顕著となってくるとともに、同時に、第1磁性層1及び第2磁性層2及び第3磁性層3が300℃以上に加熱されることにより、各磁性層の磁気特性が劣化し、記録消去にともない再生信号品質が劣化してしまう。

【0053】また、その膜厚は5nm～80nmの範囲に設定することが望ましい。第3磁性層3の膜厚が5nmより薄くなると、安定した記録を行なうことが困難となり、記録ノイズが上昇することにより、再生信号品質が劣化する。また、第3磁性層3の膜厚が80nmより厚くなると、膜厚増加による記録感度劣化が顕著となってくる。

【0054】上記磁気特性を満足する第3磁性層3としては、TbFe、TbFeCo、DyFe、DyFeCo、TbDyFe、TbDyFeCo等の材料からなる垂直磁化膜を採用することが可能である。

【0055】保護層15は、AlN、SiN、AlSiN、Ta₂O₃等の透明誘電体、または、Al、Ti、Ta、Ni等の金属からなる非磁性金属合金からなり、第1磁性層1及び第2磁性層2及び第3磁性層3に用いる希土類遷移金属合金の酸化を防止する目的で形成されるものであり、その膜厚が5nm～60nmの範囲に設定されている。

【0056】また、この構成に、更に、保護層15の上部にAl、AlTa、AlTi、AlCr、AlNi、AlCo、Cu等からなる熱拡散金属層を付加することにより、媒体の熱的特性を改善することが可能となる。更に、場合によっては、保護層15上、または、上記熱

拡散金属層上に紫外線硬化樹脂または熱硬化樹脂または潤滑層が形成されることもある。

【0057】また、低磁界記録を目的として、第3磁性層3に接して、第3磁性層3の保磁力より小さな保磁力を有し、第3磁性層3のキュリー温度よりも高いキュリー温度を有する垂直磁化膜、例えば、 $GdFeCo$ 、 $Gd TbFeCo$ 、 $Gd DyFeCo$ 等の垂直磁化膜からなる記録補助層を積層して形成しても良い。

【0058】以下、上記構成の光磁気ディスクの形成方法及び記録再生方法の具体例を説明する。

【0059】〈実施例1〉

(1) 光磁気ディスクの形成方法

上記構成の磁気ディスクの形成方法について説明する。

【0060】まず、 Al ターゲットと $GdFeSi$ 合金ターゲットと $TbFeCo$ 合金ターゲットと $DyFe$ 合金ターゲットとをそれぞれ備えたスパッタ装置内に、深さ 100nm の案内溝を有しディスク状に形成されたポリカーボネート製の基板13を配置する。そして、スパッタ装置内を $1 \times 10^{-6}\text{Torr}$ まで真空排気した後、アルゴンと窒素の混合ガスを導入し、 Al ターゲットに電力を供給して、ガス圧 $4 \times 10^{-3}\text{Torr}$ の条件下で、膜基板13上に AlN からなる透明誘電体保護層14を膜厚 80nm で形成する。

【0061】次に、再度、スパッタ装置内を $1 \times 10^{-6}\text{Torr}$ まで真空排気した後、アルゴンガスを導入して、 $GdFeSi$ 合金ターゲットに電力を供給して、ガス圧 $4 \times 10^{-3}\text{Torr}$ の条件下で、上記透明誘電体保護層14上に、 $(Gd_{0.27}Fe_{0.73})_{0.88}Si_{0.15}$ からなる第1磁性層1を膜厚 40nm で形成する。その第1磁性層1は垂直磁化膜であり、補償温度が 140°C 、キュリー温度が 180°C であった。

【0062】次に、引き続き、 $DyFe$ 合金ターゲットに電力を供給して、ガス圧 $4 \times 10^{-3}\text{Torr}$ の条件下で、上記第1磁性層1上に、 $Dy_{0.25}Fe_{0.75}$ からなる第2磁性層2を膜厚 10nm で形成する。その第2磁性層2は、垂直磁化膜であり、その補償温度が 40°C であり、そのキュリー温度が 80°C であった。

【0063】次に、引き続き、 $TbFeCo$ 合金ターゲットに電力を供給して、ガス圧 $4 \times 10^{-3}\text{Torr}$ の条件下で、上記第2磁性層2上に、 $Tb_{0.27}(Fe_{0.88}Co_{0.12})_{0.73}$ からなる第3磁性層3を膜厚 30nm で形成する。その第3磁性層3は、垂直磁化膜であり、補償温度が 160°C であり、キュリー温度が 260°C であった。

【0064】次に、アルゴンと窒素の混合ガスを導入し、 Al ターゲットに電力を供給して、ガス圧 $4 \times 10^{-3}\text{Torr}$ の条件下で、上記第3磁性層3上に AlN からなる保護層15を膜厚 20nm で形成する。

【0065】(2) 記録再生特性

上記光磁気ディスクを、波長 680nm の半導体レーザ

を用いた光磁気ピックアップで、線速 2.5m/s の条件下で評価した結果について説明する。

【0066】まず、記録再生用レーザを 6mW で連続照射しながら、記録磁界を $\pm 15\text{kA/m}$ で変調することにより第3磁性層3に、記録磁界の向きに対応した上向き磁化と下向き磁化との繰り返しパターンを形成した。また、記録磁界の変調周波数を変えることにより、 $0.1 \sim 0.5\mu\text{m}$ の範囲のマーク長の磁区パターンを記録した。ここで、マーク長とは、マーク長に対応する長さの記録磁区をマーク長の2倍の長さのビッチで形成していることを意味する。

【0067】次に、記録再生用レーザを 1.5mW で連続照射してCNR（信号対雑音比）のマーク長依存性を測定した。図7は、その結果を実施例1として示す図である。なお、図7では、比較のため、実施例1の構成において、第1磁性層1として、キュリー温度 280°C の $GdFeCo$ を用いた場合の光磁気ディスクにおけるCNRを比較例1として示している。

【0068】実施例1と比較例1とを比べると、マーク長 $0.15\mu\text{m}$ 以下の範囲において両者とも 40dB 以上のCNRが得られているが、比較例1のCNRは、 $0.15\mu\text{m}$ 以上のマーク長においてCNRが急激に減少していることがわかる。これは、比較例1において、マーク長が長くなることにより、後端部分からの磁壁移動による拡大磁区が、先端部分からの磁壁移動による拡大磁区と同時に再生されることにより、再生ノイズが上昇したことによるものである。一方、実施例1においては、第1磁性層1がキュリー温度以上に温度上昇した部分において、後端部分からの磁壁移動が停止し、光ビームスポット内に後端部分からの磁壁移動による拡大磁区が侵入してこないため、 $0.15\mu\text{m}$ 以上のマーク長においてもCNRの減少が全く観測されない。このように、実施例1記載の光磁気記録媒体は、繰り返し再生が起こることなく、先端領域のみからの磁区拡大再生を実現することが可能となり、マークエッジ記録に対応可能な光磁気記録媒体であることが確認された。

【0069】以上の説明においては、第1磁性層1として、補償温度が 140°C 、キュリー温度が 180°C の $(Gd_{0.27}Fe_{0.73})_{0.88}Si_{0.15}$ からなる垂直磁化膜を、第2磁性層2として、補償温度が 40°C 、キュリー温度が 80°C の $Dy_{0.25}Fe_{0.75}$ からなる垂直磁化膜を、第3磁性層3として、補償温度が 160°C 、キュリー温度が 260°C の $Tb_{0.27}(Fe_{0.88}Co_{0.12})_{0.73}$ からなる垂直磁化膜を用いた場合の記録再生特性について調査した結果を示しているが、これ以外の磁気特性を有する磁性層を用いることも可能である。

【0070】以下、各磁性層の磁気特性を変えた場合の実施例についての記録再生特性を説明する。

【0071】〈実施例2〉実施例1の光磁気記録媒体において、第1磁性層1の磁気特性のみを組成調整により

変えて光磁気ディスクを作成し、記録再生特性を調査した。表1は、第1磁性層1の組成、補償温度、キュリー温度を変化させた場合のマーク長0.1 μm におけるCNRの測定結果を示す表である。なお、この測定に際しては、マーク長0.3 μm においてCNRの低下が発生

しないように、すなわち、後端部分からの磁壁移動による繰り返し再生が起こらないように、各ディスクにおける再生パワーを調整して行なった。

【0072】

【表1】

ディスク	第1磁性層 組成	補償温度(°C)	キュリー温度(°C)	CNR
No.1-1	$\text{Gd}_{0.27}\text{Fe}_{0.95}\text{Co}_{0.06}\text{Si}_{0.73}$	140	260	10.0dB
No.1-2	$\text{Gd}_{0.27}\text{Fe}_{0.73}$	140	240	41.0dB
No.1-3	$(\text{Gd}_{0.27}\text{Fe}_{0.73}\text{Si}_{0.95})_{0.95}\text{Si}_{0.05}$	140	220	40.8dB
No.1-4	$(\text{Gd}_{0.27}\text{Fe}_{0.73}\text{Si}_{0.95})_{0.95}\text{Si}_{0.05}$	140	200	40.9dB
No.1-5	$(\text{Gd}_{0.27}\text{Fe}_{0.73}\text{Si}_{0.95})_{0.95}\text{Si}_{0.05}$	140	180	40.8dB
No.1-6	$(\text{Gd}_{0.27}\text{Fe}_{0.73}\text{Si}_{0.95})_{0.95}\text{Si}_{0.05}$	140	160	40.5dB
No.1-7	$(\text{Gd}_{0.27}\text{Fe}_{0.73}\text{Si}_{0.95})_{0.95}\text{Si}_{0.05}$	140	140	39.0dB
No.1-8	$(\text{Gd}_{0.27}\text{Fe}_{0.73}\text{Si}_{0.95})_{0.95}\text{Si}_{0.05}$	NE	120	30.0dB
No.1-9	$(\text{Gd}_{0.33}\text{Fe}_{0.67}\text{Si}_{0.83})_{0.83}\text{Si}_{0.15}$	NE	165	33.2dB
No.1-10	$(\text{Gd}_{0.31}\text{Fe}_{0.69}\text{Si}_{0.85})_{0.85}\text{Si}_{0.15}$	NE	171	40.0dB
No.1-11	$(\text{Gd}_{0.29}\text{Fe}_{0.71}\text{Si}_{0.85})_{0.85}\text{Si}_{0.15}$	170	177	40.5dB
No.1-12	$(\text{Gd}_{0.27}\text{Fe}_{0.73}\text{Si}_{0.95})_{0.85}\text{Si}_{0.15}$	140	180	40.8dB
No.1-13	$(\text{Gd}_{0.25}\text{Fe}_{0.75}\text{Si}_{0.95})_{0.85}\text{Si}_{0.15}$	80	184	40.8dB
No.1-14	$(\text{Gd}_{0.25}\text{Fe}_{0.75}\text{Si}_{0.95})_{0.85}\text{Si}_{0.15}$	20	189	40.6dB
No.1-15	$(\text{Gd}_{0.25}\text{Fe}_{0.95}\text{Si}_{0.85})_{0.85}\text{Si}_{0.15}$	-60	192	40.2dB
No.1-16	$(\text{Gd}_{0.17}\text{Fe}_{0.83}\text{Si}_{0.95})_{0.85}\text{Si}_{0.15}$	-140	199	31.0dB

【0073】ディスクNo. 1-1は、第1磁性層1としてGdFeCoを用いており、そのキュリー温度が260℃と極めて高く、再生時に照射する光ビーム4により、第3磁性層3の一部がキュリー温度以上に温度上昇し、記録情報の一部が消去されるため、良好な再生信号を得ることができず、極めて低いCNRしか得られなかった。

【0074】ディスクNo. 1-2～No. 1-8は、GdFeにSiを含有させることにより、第1磁性層1のキュリー温度を変えた際のCNRを測定した結果である。ディスクNo. 1-2に示すように、第1磁性層1としてGdFeを採用した場合、キュリー温度が240℃と極めて第3磁性層3のキュリー温度に近接しているため、再生パワーマージンが狭くなるが、良好なCNRが得られている。また、30%のSiを含有したディスクNo. 1-8においては、キュリー温度が120℃と低くなり、第1磁性層1自体のカーン回転角が小さくなるとともに、磁区拡大領域が狭くなるため、急激に再生信号強度が低下し、CNRは極めて低くなっていることがわかる。

【0075】以上の結果から、第1磁性層1のキュリー温度は、140℃以上240℃以下である必要のあることがわかる。

【0076】次に、ディスクNo. 1-9～No. 1-16は、Si含有率が15%に保ち、GdとFeの比率を変えて、第1磁性層1の補償温度を変えた際のCNRを測定した結果である。表中、NEは補償温度が存在しなかったことを意味している。

【0077】ディスクNo. 1-10～No. 1-15においては、良好なCNRが得られているが、ディスクNo. 1-9とディスクNo. 1-16のCNRが極めて低くなっていることがわかる。これは、第1磁性層1の補償温度が、再生温度近傍の温度から離れることにより、第1磁性層1のトータル磁化が大きくなり、第3磁性層3から発生する漏洩磁束と強く静磁結合することにより、第2磁性層2がキュリー温度以上に温度上昇した領域での磁壁移動が阻害され、ノイズレベルが上昇したためである。

【0078】ここで、ディスクNo. 1-9の第1磁性層1は、トータル磁化の増大により、室温において面内磁化状態であり、80℃の温度で垂直磁化状態となり、そのキュリー温度165℃まで、希土類金属(RE)磁気モーメントと遷移金属(TM)磁気モーメントの大きさが釣り合う補償組成に対して常に希土類金属(RE)磁気モーメントが大きくなるRE rich組成の磁性膜であり、ディスクNo. 1-10は、ディスクNo. 1-9に比べてトータル磁化が小さくなることにより、25℃以上の温度からそのキュリー温度171℃まで、常に垂直磁化膜であり、かつ、RE rich組成の磁性膜であった。

【0079】No. 1-9とNo. 1-10のCNRの比較により、第1磁性層1としては、その補償温度が、少なくとも25℃以上の温度において垂直磁化膜であり、そのキュリー温度まで常にRE rich組成であることが望ましいことが分かる。また、No. 1-15とNo. 1-16のCNRの比較により、第1磁性層1と

しては、その補償温度が -60°C 以上であることが望ましいことが分かる。

【0080】＜実施例3＞実施例1の光磁気記録媒体において、第2磁性層2の磁気特性のみを組成調整により変えて光磁気ディスクを作成し、記録再生特性を調査した。表2は、第2磁性層2の組成、補償温度、キュリー温度を変化させたときのマーク長 $0.1\mu\text{m}$ におけるC

NRの測定結果を示す表である。なお、測定に際しては、マーク長 $0.3\mu\text{m}$ においてCNRの低下が発生しないように、すなわち、後端部分からの磁壁移動による繰り返し再生が起こらないように、各ディスクにおける再生パワーを調整して行なった。

【0081】

【表2】

ディスク	第2磁性層 組成	補償温度($^{\circ}\text{C}$)	キュリー温度($^{\circ}\text{C}$)	CNR(dB)
No.2-1	$\text{Tb}_{0.25}(\text{Fe}_{0.95}\text{Co}_{0.05})_{0.75}$	40	165	15.0
No.2-2	$\text{Tb}_{0.25}\text{Fe}_{0.75}$	40	140	39.5
No.2-3	$(\text{Tb}_{0.25}\text{Fe}_{0.75})_{0.95}\text{Si}_{0.05}$	40	115	40.2
No.2-4	$(\text{Tb}_{0.25}\text{Fe}_{0.75})_{0.90}\text{Si}_{0.10}$	40	100	40.5
No.2-5	$(\text{Tb}_{0.25}\text{Fe}_{0.75})_{0.85}\text{Si}_{0.15}$	40	80	40.8
No.2-6	$(\text{Tb}_{0.25}\text{Fe}_{0.75})_{0.80}\text{Si}_{0.20}$	40	55	40.5
No.2-7	$(\text{Tb}_{0.25}\text{Fe}_{0.75})_{0.75}\text{Si}_{0.25}$	NE	40	39.0
No.2-8	$(\text{Tb}_{0.25}\text{Fe}_{0.75})_{0.70}\text{Si}_{0.30}$	NE	25	10.5

【0082】ここで、第2磁性層2の希土類金属と遷移金属の含有比率を一定にしているため、第2磁性層2の補償温度は、常に 40°C であった。また、補償温度の欄におけるNEなる表示は、キュリー温度が低くなったことにより、補償温度が存在しないことを意味している。また、第2磁性層2のキュリー温度調整は、CoまたはSiを含有させることにより行なった。

【0083】ディスクNo. 2-2～No. 2-7においては、良好なCNRが得られており、第1磁性層1における磁区拡大再生が問題無く行われていることがわかる。ディスクNo. 2-1は、第2磁性層2のキュリー温度が 165°C と極めて高く、第1磁性層1のキュリー温度 180°C との差が小さいため、磁区拡大する領域がほとんど存在せず、磁区拡大再生の効果が全く得られなかったことにより、CNRが低くなったものである。この結果より、第2磁性層2のキュリー温度は 140°C 以下にすることが望ましいことがわかる。よって、第1磁性層のキュリー温度(180°C)を T_{c1} として、第2磁性層2のキュリー温度を T_{c2} とすると、 $T_{c2} \leq T_{c1} - 40^{\circ}\text{C}$ であることが望ましい。

【0084】また、ディスクNo. 2-8は、キュリー温度が 25°C と極めて低く、環境温度において、第1磁性層1と第3磁性層3の交換結合が不安定となり、安定した磁区拡大再生が実現しなかったことにより、CNRが低くなったものである。このことから、第2磁性層2のキュリー温度は、 40°C 以上であることが望ましいことがわかる。

【0085】＜実施例4＞実施例1の光磁気記録媒体において、第3磁性層3の磁気特性のみを組成調整により変えて光磁気ディスクを作成し、記録再生特性を調査した。表3は、第3磁性層3の組成、補償温度、キュリー温度を変化させたときに、マーク長 $0.1\mu\text{m}$ においてCNRを測定した結果を示す表である。なお、測定に際しては、各ディスクにおいて、最適な記録が行われるように、記録パワーを調整して記録を行い、マーク長 $0.3\mu\text{m}$ においてCNRの低下が発生しないように、すなわち、後端部分からの磁壁移動による繰り返し再生が起こらないように、各ディスクにおける再生パワーを調整して行なった。

【0086】

【表3】

ディスク	第3磁性層 組成	補償温度(°C)	キュリー温度(°C)	CNR
No.3-1	Tb _{0.27} (Fe _{0.75} Co _{0.25}) _{0.73}	160	325	41.0dB
No.3-2	Tb _{0.27} (Fe _{0.79} Co _{0.21}) _{0.73}	160	300	41.0dB
No.3-3	Tb _{0.27} (Fe _{0.83} Co _{0.17}) _{0.73}	160	285	40.8dB
No.3-4	Tb _{0.27} (Fe _{0.88} Co _{0.12}) _{0.73}	160	260	40.8dB
No.3-5	Tb _{0.27} (Fe _{0.94} Co _{0.06}) _{0.73}	160	205	40.7dB
No.3-6	Tb _{0.27} Fe _{0.73}	160	180	10.0dB
No.3-7	Tb _{0.39} (Fe _{0.88} Co _{0.12}) _{0.88}	NE	245	32.0dB
No.3-8	Tb _{0.29} (Fe _{0.88} Co _{0.12}) _{0.71}	250	255	40.1dB
No.3-9	Tb _{0.27} (Fe _{0.85} Co _{0.15}) _{0.73}	160	260	40.8dB
No.3-10	Tb _{0.24} (Fe _{0.86} Co _{0.14}) _{0.78}	50	285	40.0dB
No.3-11	Tb _{0.21} (Fe _{0.88} Co _{0.12}) _{0.79}	-40	275	39.3dB
No.3-12	Tb _{0.18} (Fe _{0.88} Co _{0.12}) _{0.82}	-120	280	29.2dB

【0087】ディスクNo. 3-1～ディスクNo. 3-6は、第3磁性層3の希土類金属と遷移金属との含有比率を一定に保ち、FeとCoの比率を変えることにより、補償温度をほぼ160℃一定として、キュリー温度を変えたものである。

【0088】ディスクNo. 3-1においては、41dBと高いCNRが得られているが、1万回の記録消去を繰り返した後、同一条件で測定した結果、20dBのCNRしか得られなかった。これは、ディスクNo. 3-1の第3磁性層3のキュリー温度が325℃と高く、記録消去のために、各磁性層が少くとも325℃の温度まで上昇し、各磁性層の磁気特性が劣化したことによるものであり、第3磁性層3のキュリー温度が300℃のディスクNo. 3-2においては、1万回の記録消去後も同じCNRが得られた。このことから、第3磁性層3のキュリー温度は、300℃以下であることが望ましいことがわかる。

【0089】また、ディスクNo. 3-6においてCNRが低くなっているが、これは、第3磁性層3のキュリー温度が180℃と低くなっていることによるものである。本発明の光磁気記録媒体においては、再生時、少なくとも第1磁性層1の一部をキュリー温度以上に温度上昇させる必要があるが、ここで第1磁性層1のキュリー温度が180℃であるため、再生時、第3磁性層3のキュリー温度以上に温度上昇し、記録された情報の一部が失われることにより、CNRが劣化することになる。このことから、第1磁性層1のキュリー温度をTc1、第3磁性層のキュリー温度をTc3とした場合、少なくとも、 $Tc1 < Tc3$

であることが望ましいことがわかる。

【0090】次に、ディスクNo. 3-7～ディスクNo. 3-12は、第3磁性層3のFeとCoの含有比率を一定に保ち、希土類金属と遷移金属との含有比率を変えることにより、補償温度を変えたものである。ディスクNo. 3-7における補償温度NEは、補償温度が存在せず、キュリー温度まで常にRerich組成であつ

たことを意味している。

【0091】ディスクNo. 3-7とディスクNo. 3-12においてCNRが極めて低くなっているが、第3磁性層3の補償温度が、再生時の温度範囲から離れることにより、第3磁性層3のトータル磁化が大きくなり、それに伴って、第3磁性層3から発生する漏洩磁束が大きくなることにより、第1磁性層1における磁壁移動が阻害されるため、再生信号のノイズが上昇し、CNRが劣化してしまうものである。

【0092】以上のことから、第3磁性層3の補償温度をTcomp3として、第3磁性層3のキュリー温度をTc3とした場合、 $-40^{\circ}\text{C} \leq Tcomp3 < Tc3$ であることが望ましいことがわかる。

【0093】〔第2の実施の形態〕本発明の第2の実施の形態の光磁気記録媒体について、図8及び図9を用いて詳細に説明する。第1の実施の形態においては、第3磁性層3の磁気特性を調整し、第3磁性層3から発生する漏洩磁束を低減させ、第1磁性層1におけるスムーズな磁壁移動を実現するものであったが、本実施の形態においては、図8に示すように、第3磁性層3の代わりに、磁気的極性の異なる第4磁性層19と第5磁性層20とを積層して、第4磁性層19と第5磁性層20とで記録層を形成している。この構成により、第4磁性層19及び第5磁性層20から発生する漏洩磁束を低く抑え、第1磁性層1におけるスムーズな磁壁移動を実現する。

【0094】図9は、図8の第4磁性層19と第5磁性層20のみの拡大断面図であり、図9を用いて、漏洩磁束が抑制される様子を説明する。図9において、第4磁性層19は、室温からそのキュリー温度まで常にRerich組成の垂直磁化膜からなり、TMモーメントの向きとトータル磁化の向きとが反平行となっている。一方、第5磁性層20は、室温からそのキュリー温度まで常にTMrich組成の垂直磁化膜からなり、TMモーメントの向きとトータル磁化の向きとが平行となっている。ここで、第4磁性層19と第5磁性層20とが積層

されることにより、交換結合力が働き、両層のTMモメントの向きが平行に揃えられることになる。この場合、第4磁性層19のトータル磁化の向きと第5磁性層20のトータル磁化の向きが反平行となる。第4磁性層19及び第5磁性層20から発生する漏洩磁束は、このトータル磁化の総和であり、第4磁性層19のトータル磁化と第5磁性層20のトータル磁化とが打ち消し合うため、殆ど漏洩磁束の存在しない状態を実現することが可能となり、第1磁性層1におけるスムーズな磁壁移動を実現することが可能となる。

【0095】次に、本発明の第2の実施の形態を光磁気記録媒体として光磁気ディスクを適用した場合について図面を用いて説明する。

【0096】本発明の光磁気記録媒体は、図10に示すように、光磁気ディスク基板13上に透明誘電体保護層14、第1磁性層1、第2磁性層2、第4磁性層19、第5磁性層20、保護層15が順次形成された構成を有している。

【0097】なお、第2の実施の形態における基板13、透明誘電体保護層14、第1磁性層1、第2磁性層2、保護層15は、第1の実施の形態に記載の材料を同様にして用いることが可能である。

【0098】第4磁性層19及び第5磁性層20は、希土類遷移金属合金からなる垂直磁化膜であり、両層のキュリー温度は、第1磁性層1及び第2磁性層2のキュリー温度よりも高く設定されており、漏洩磁束を抑制するため、第4磁性層19と第5磁性層20の磁気的極性は異なるように設定されている。すなわち、第4磁性層19としてRE rich組成の希土類遷移金属合金垂直磁化膜を用いた場合、第5磁性層20として、TM rich組成の希土類遷移金属合金垂直磁化膜が用いられ、第4磁性層19としてTM rich組成の希土類遷移金属合金垂直磁化膜を用いた場合、第5磁性層20として、RE rich組成の希土類遷移金属合金垂直磁化膜が用いられる必要がある。

【0099】さらに、効果的に漏洩磁束を抑制するためには、第4磁性層19と第5磁性層20のキュリー温度をほぼ等しく設定することが望ましい。ここで、第4磁性層19及び第5磁性層20のキュリー温度 T_{c4} 及び T_{c5} は、 180°C 以上 300°C 以下であることが望ましい。 T_{c4} 、 T_{c5} が 180°C 未満であると、第4磁性層19及び第5磁性層20のキュリー温度が低くなり過ぎることにより、再生時、第1磁性層1をキュリー温度以上に加熱する際、わずかな温度上昇により、第4磁性層19及び第5磁性層20のキュリー温度以上に媒体が加熱され、記録された情報が消去されることになり、極めて再生パワーマージンが狭くなってしまふ。 T_{c4} 、 T_{c5} が 300°C より高いと、記録を行うために、第4磁性層19及び第5磁性層20を 300°C 以上に加熱する必要があり、記録感度劣化が顕著となってくる

とともに、同時に、第1磁性層1及び第2磁性層2及び第4磁性層19及び第5磁性層20が 300°C 以上に加熱されることにより、各磁性層の磁気特性が劣化し、記録消去にともない再生信号品質が劣化してしまう。

【0100】また、第4磁性層19と第5磁性層20のトータル膜厚は $10\text{nm}\sim 80\text{nm}$ の範囲に設定することが望ましい。トータル膜厚が 10nm より薄くなると、安定した記録を行なうことが困難となり、記録ノイズが上昇し、再生信号品質が劣化する。また、トータル膜厚が 80nm より厚くなると、膜厚増加による記録感度劣化が顕著となってくる。

【0101】上記磁気特性を満足する第4磁性層19及び第5磁性層20としては、 TbFe 、 TbFeCo 、 DyFe 、 DyFeCo 、 TbDyFe 、 TbDyFeCo 等の材料からなる垂直磁化膜を採用することが可能である。

【0102】なお、本実施の形態においては、第4磁性層19と第5磁性層20の磁気的極性が異なっていればよく、第4磁性層19と第5磁性層20の形成順序は図10と逆であっても構わない。

【0103】また、この構成に、更に、 Al 、 AlT 、 AlTi 、 AlCr 、 AlNi 、 AlCo 、 Cu 等からなる熱拡散金属層を保護層15上に付加することにより、媒体の熱的耐久性を改善することが可能となる。更に、場合によっては、保護層15上、または、上記熱拡散金属層上に紫外線硬化樹脂または熱硬化樹脂または潤滑層を形成してもよい。

【0104】また、低磁界記録を目的として、第4磁性層19、第5磁性層20のキュリー温度の高い方の磁性層に接して、それよりも小さな保磁力を有し且つ高いキュリー温度を有する垂直磁化膜、例えば、 GdFeCo 、 GdTbFeCo 、 GdDyFeCo 等の垂直磁化膜からなる記録補助層を積層してもよい。

【0105】次にこの構成の光磁気ディスクの形成方法及び記録再生方法の具体例を説明する。

【0106】＜実施例5＞

(1) 光磁気ディスクの形成方法

まず、実施例1と同様にして、基板13上に膜厚 80nm の AlN からなる透明誘電体保護層14、膜厚 40nm の $(\text{Gd}_{0.27}\text{Fe}_{0.73})_{0.85}\text{Si}_{0.15}$ からなる第1磁性層1、及び、膜厚 10nm の $\text{Dy}_{0.25}\text{Fe}_{0.75}$ からなる第2磁性層2を形成した。

【0107】次に、第1の TbFeCo 合金ターゲットに電力を供給して、ガス圧 $4\times 10^{-3}\text{Torr}$ の条件下、上記第2磁性層2上に、 $\text{Tb}_{0.20}(\text{Fe}_{0.90}\text{Co}_{0.10})_{0.80}$ からなる第4磁性層19を膜厚 15nm で形成する。その第4磁性層19は、室温における保磁力が 640kA/m であり、キュリー温度が 270°C であり、室温から該キュリー温度(270°C)まで、常に TM rich 組成の垂直磁化膜であった。

【0108】次に、第2のTbFeCo合金ターゲットに電力を供給して、ガス圧 4×10^{-3} Torrの条件下で、上記第4磁性層19上に、Tb_{0.30}(Fe_{0.87}Co_{0.13})_{0.70}からなる第5磁性層20を膜厚15nmで形成する。その第5磁性層20は、室温における保磁力が400kA/mであり、キュリー温度が255℃であり、室温から該キュリー温度(255℃)まで、常にR_{Erich}組成の垂直磁化膜であった。

【0109】次に、上記第5磁性層20上に、実施例1と同様にして、膜厚20nmのAlNからなる保護層15を形成する。

【0110】(2) 記録再生特性
上記光磁気ディスクを、波長680nmの半導体レーザを用いた光磁気ピックアップで、線速2.5m/sの条件下で評価した結果について説明する。

【0111】まず、記録再生用レーザを6.5mWで連続照射しながら、記録磁界を±15kA/mで変動することにより第4磁性層19及び第5磁性層20に、記録磁界の向きに対応した上向き磁化と下向き磁化との繰り返しパターンを形成した。記録磁界の変調周波数を変換することにより、0.1〜0.5μmの範囲のマーク長の磁区パターンを記録した。ここで、マーク長とは、マーク長に対応する長さの記録磁区をマーク長の2倍の長さのピッチで形成していることを意味する。

【0112】次に、記録再生用レーザを1.8mWで連続照射して測定した。図11はそれときのCNR(信号対雑音比)のマーク長依存性を示す図である。なお、この図においては、上記工程で作成した光磁気ディスクの結果を実施例5として示している。また、比較のため、第5磁性層20を設けず、第4磁性層19の膜厚を30nmとした場合の光磁気ディスクにおけるCNRを比較例5(実施の形態1に示した発明に係る光磁気ディスク)として図同に示している。

【0113】実施例5においては、極性の異なる第4磁性層19と第5磁性層20とが積層されることにより、漏洩磁束の発生が抑制され、実施例1と同様に、0.1〜0.5μmの範囲のマーク長において、40dB以上のCNRが得られているのに対して、比較例5においては、実施例5よりも低いCNRが得られないことがわかる。これは、比較例5の光磁気記録媒体において、第5磁性層20を設けることなく、TMrich組成の垂直磁化膜を第4磁性層19として採用したことにより、第4磁性層19からの漏洩磁束が大きくなり、第1磁性層1におけるスムーズな磁壁移動が妨げられたことによるものである。

【0114】この現象は、マーク長が短いときに顕著となる。これは、第4磁性層19に記録された磁区周期が短いと、同時に、そこから発生する漏洩磁束の反転周期が短くなり、第1磁性層1における磁壁移動が受ける影響が大きくなるからである。

【0115】[第3の実施の形態] 本発明の第3の実施の形態の光磁気記録媒体について、図12、図13を用いて詳細に説明する。第1の実施の形態においては、第3磁性層3の磁気特性を調整し、第3磁性層3から発生する漏洩磁束を低減させ、第1磁性層1におけるスムーズな磁壁移動を実現するものであったが、本実施の形態においては、図12に示すように、第1磁性層1の代わりに、磁気的極性の異なる第6磁性層21と第7磁性層22とを積層して、第6磁性層21と第7磁性層22とで再生層を形成している。この構成で、第6磁性層21及び第7磁性層22における各層のトータル磁化を反平行とすることにより、第3磁性層3から発生する漏洩磁束、又は、光ピックアップ等から発生する漏洩磁束が、第6磁性層21及び第7磁性層22における磁壁移動に与える影響を低く抑え、第6磁性層21及び第7磁性層22におけるスムーズな磁壁移動を実現する。

【0116】図13は、図12の第6磁性層21と第7磁性層22のみの拡大断面図であり、図13を用いて、漏洩磁束による影響が抑制される様子进行説明する。図13において、第6磁性層21は、室温からそのキュリー温度まで常にR_{Erich}組成の垂直磁化膜からなり、TMモーメントの向きとトータル磁化の向きが反平行となっている。一方、第7磁性層22は、室温からそのキュリー温度まで常にTMrich組成の垂直磁化膜からなり、TMモーメントの向きとトータル磁化の向きとが平行となっている。ここで、第6磁性層21と第7磁性層22とが積層されると、交換結合力が働き、両層のTMモーメントの向きが平行に揃えられる。この場合、第6磁性層21のトータル磁化の向きと第7磁性層22のトータル磁化の向きが反平行となる。第3磁性層3から発生する漏洩磁束、又は、光ピックアップ等から発生する漏洩磁束は、これらのトータル磁化と静磁結合して、第6磁性層21及び第7磁性層22における磁壁移動に与える影響を与えることになるが、第6磁性層21と第7磁性層22のトータル磁化が反平行であるため、漏洩磁束との静磁結合による影響は打ち消し合うことになり、第6磁性層21及び第7磁性層22におけるスムーズな磁壁移動を実現されることになる。

【0117】なお、本実施の形態の光磁気記録媒体の再生は、再生装置の光ビーム照射手段が、第6磁性層21及び第7磁性層22をキュリー温度以上に加熱できるだけの強度の光ビームを照射する。光ビーム強度の制御は再生装置の制御手段により行う。

【0118】次に、本発明の第3の実施の形態の光磁気記録媒体を光磁気ディスクに適用した場合について図面を用いて説明する。

【0119】本発明の光磁気記録媒体は、図14に示すように、光磁気ディスク基板13上に透明誘電体保護層14、第6磁性層21、第7磁性層22、第2磁性層2、第3磁性層3、保護層15が順次形成された構成を

有している。

【0120】第3の実施の形態における基板13、透明誘電体保護層14、第2磁性層2、第3磁性層3、保護層15は、第1の実施の形態に記載の材料を同様にして用いることが可能である。

【0121】第6磁性層21及び第7磁性層22は、再生温度近傍の温度において該第3磁性層3に比べて相対的に磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度が大きな希土類遷移金属合金からなる垂直磁化膜である。第6磁性層21及び第7磁性層22及び第2磁性層2及び第3磁性層3は、そのキュリー温度をそれぞれ T_{c6} 、 T_{c7} 、 T_{c2} 、 T_{c3} とした時、 $T_{c2} < T_{c6} \approx T_{c7} < T_{c3}$ なる条件を満足するよう設定されており、かつ、第6磁性層21と第7磁性層22のトータル磁化が反平行となるように、第6磁性層21と第7磁性層22の磁気的極性は異なるように設定されている。すなわち、第6磁性層21を $RE\text{rich}$ 組成の希土類遷移金属合金垂直磁化膜とした場合には、第7磁性層22を $T\text{Mrich}$ 組成の希土類遷移金属合金垂直磁化膜として、第6磁性層21を $T\text{Mrich}$ 組成の希土類遷移金属合金垂直磁化膜とした場合、第7磁性層22は $RE\text{rich}$ 組成の希土類遷移金属合金垂直磁化膜と設定する。

【0122】効果的に漏洩磁束による磁壁移動への影響を抑制するためには、第6磁性層21と第7磁性層22のキュリー温度 T_{c6} と T_{c7} をほぼ等しく設定することが望ましい。ここで、第6磁性層21及び第7磁性層22のキュリー温度 T_{c6} 及び T_{c7} は、 140°C 以上 240°C 以下であることが望ましい。 T_{c6} 、 $T_{c7} < 140^{\circ}\text{C}$ においては、第6磁性層21及び第7磁性層22のキュリー温度低下にもなるカー回転角の低下が顕著となり、再生信号強度が低下し、良好な再生特性が得られなくなる。 T_{c6} 、 $T_{c7} > 240^{\circ}\text{C}$ においては、再生時、光ビーム4を照射することにより、第6磁性層21及び第7磁性層22の一部を少なくとも 240°C より高い温度まで上昇させる必要があり、わずかな温度上昇により、第3磁性層3のキュリー温度以上に媒体が加熱されることにより、記録された情報が消去されることになり、極めて再生パワーマージンが狭くなってしまふ。また、第6磁性層21と第7磁性層22のトータル膜厚は、 $20 \sim 80 \text{ nm}$ の範囲に設定されていることが望ましい。該トータル膜厚が 20 nm より薄くなると、透過する光量が大きくなることにより、良好なマスク効果が得られなくなるとともに、再生信号強度が低下し、再生特性の劣化を招くことになる。また、トータル膜厚が 80 nm より厚くなると、膜厚増加による記録感度劣化が顕著となってくる。

【0123】上記磁気特性を満足する第6磁性層21及び第7磁性層22としては、 $GdFe$ 、及び、 $GdFeD$ 、または、 $GdFeCoD$ (D は、 Y 、 Ti 、 V 、 Cr 、 Pd 、 Cu 、 Si 、 Al の中から選ばれる元素、ま

たは、それら2種類以上の元素からなる)、及び、 $GdHRFe$ 、または、 $GdHRFeCo$ 、または、 $GdHRFeCoD$ (HR は希土類金属であり、 Tb 、 Dy 、 Ho 、 Er の中から選ばれる元素、または、それら2種類以上の元素からなる。一方、 D は、 Y 、 Ti 、 V 、 Cr 、 Pd 、 Cu 、 Al 、 Si 、 Al の中から選ばれる元素、または、それら2種類以上の元素からなる)、及び、 $GdLRFe$ 、または、 $GdLRFeCo$ 、または、 $GdLRFeCoD$ (LR は希土類金属であり、 Ce 、 Pr 、 Nd 、 Sm の中から選ばれる元素、または、それら2種類以上の元素からなる。一方、 D は、 Y 、 Ti 、 V 、 Cr 、 Pd 、 Cu 、 Al 、 Si 、 Al の中から選ばれる元素、または、それら2種類以上の元素からなる)等の材料からなる垂直磁化膜を採用することが可能である。

【0124】本実施の形態においては、第6磁性層21と第7磁性層22の磁気的極性が異なっていればよく、第6磁性層21と第7磁性層22の形成順序は図14と逆であってもかまわない。

【0125】また、この構成に、更に、 Al 、 $AlTa$ 、 $AlTi$ 、 $AlCr$ 、 $AlNi$ 、 $AlCo$ 、 Cu 等からなる熱拡散金属層を付加することにより、媒体の熱的特性を改善することが可能となる。更に、場合によっては、保護層15上、または、上記熱拡散層上に紫外線硬化樹脂または熱硬化樹脂または潤滑層を形成してもよい。

【0126】また、低磁界記録を目的として、第3磁性層3に接して、該第3磁性層3の保磁力より小さな保磁力を有し、該第3磁性層3のキュリー温度よりも高いキュリー温度を有する垂直磁化膜、例えば、 $GdFeCo$ 、 $GdTbFeCo$ 、 $GdDyFeCo$ 等の垂直磁化膜からなる記録補助層を積層して形成してもよい。

【0127】次にこの構成の光磁気ディスクの形成方法及び記録再生方法の具体例を説明する。

【0128】〈実施例6〉

(1) 光磁気ディスクの形成方法

上記構成の磁気ディスクの形成方法について説明する。

【0129】まず、実施例1と同様にして、基板13上に膜厚 80 nm の AlN からなる透明誘電体保護層14を形成する。

【0130】次に、再度、スパッタ装置内を $1 \times 10^{-8} \text{ Torr}$ まで真空排気した後、アルゴンガスを導入して、第1の $GdFeSi$ 合金ターゲットに電力を供給して、ガス圧 $4 \times 10^{-3} \text{ Torr}$ の条件下、上記透明誘電体保護層14上に、 $(Gd_{0.30}Fe_{0.70})_{0.89}Si_{0.11}$ からなる第6磁性層21を膜厚 20 nm で形成する。その第6磁性層21は、室温における保磁力が 8 kA/m であり、キュリー温度が 180°C であり、室温からそのキュリー温度まで常に $RE\text{rich}$ 組成の垂直磁化膜であった。

【0131】引き続き、第2のGdFeSi合金ターゲットに電力を供給して、ガス圧 4×10^{-8} Torrの条件下で、上記第6磁性層21上に、 $(\text{Gd}_{0.21}\text{Fe}_{0.79})_{0.83}\text{Si}_{0.17}$ からなる第7磁性層22を膜厚20nmで形成する。その第7磁性層22は、室温における保磁力が8kA/mであり、キュリー温度が180℃であり、室温からそのキュリー温度まで常にTMRich組成の垂直磁化膜であった。次に、実施例1と同様にして、上記第7磁性層22上に、 $\text{Dy}_{0.25}\text{Fe}_{0.75}$ からなる第2磁性層2を膜厚10nmで形成する。その第2磁性層2は、垂直磁化膜であり、その補償温度が40℃であり、そのキュリー温度が80℃であった。次に、実施例1と同様にして、上記第2磁性層2上に、 $\text{Tb}_{0.27}(\text{Fe}_{0.98}\text{Co}_{0.12})_{0.73}$ からなる第3磁性層3を膜厚30nmで形成する。その第3磁性層3は、垂直磁化膜であり、補償温度が160℃であり、キュリー温度が260℃であった。

【0132】次に、上記第3磁性層3上に、実施例1と同様にして、膜厚20nmのAlNからなる保護層15を形成する。

【0133】(2) 記録再生特性
上記光磁気ディスクを、波長680nmの半導体レーザを用いた光磁気ピックアップで、線速2.5m/sの条件下で評価した結果について説明する。

【0134】まず、記録再生用レーザを6.8mWで連続照射しながら、記録磁界を ± 15 kA/mで変調することにより第3磁性層3に、記録磁界の向きに対応した上向き磁化と下向き磁化との繰り返しパターンを形成した。また、記録磁界の変調周波数を変えることにより、0.1~0.5 μm の範囲のマーク長の磁区パターンを記録した。ここで、マーク長とは、マーク長に対応する長さの記録磁区をマーク長の2倍の長さのピッチで形成していることを意味する。

【0135】次に、記録再生用レーザを2.0mWで連続照射して測定したCNR（信号対雑音比）のマーク長依存性を実施例6-1として図15に示す。

【0136】比較のため、実施例6の構成において、第7磁性層22を設けず、第6磁性層21の膜厚を40nmとした場合の光磁気ディスクにおけるCNRを比較例6-1（第1の実施の形態に係る発明の一例）として図面に示す。

【0137】また、実施例6-2、及び、比較例6-2（第1の実施の形態に係る発明の一例）は、それぞれ、光ピックアップからの漏洩磁束を想定して、実施例6-1、及び、比較例6-1について、+4 kA/mの一定外部磁界の存在下でCNRを測定した結果である。

【0138】本実施例においては、第3磁性層として、実施例1と同じ第3磁性層3を用いているため、第3磁性層3から発生する漏洩磁束が低く抑え込まれている。したがって、上記一定外部磁界が存在しない状態におい

ては、実施例6-1と比較例6-1に示すように、第7磁性層22の有無に関わらず、良好なCNRが得られている。しかし、上記一定外部磁界を印加した場合、第7磁性層22を設けていない光磁気記録媒体においては、比較例6-2に示すように、すべてのマーク長において、比較例6-1より大幅に低いCNRしか得られない。一方、第7磁性層22を設けた光磁気記録媒体においては、実施例6-2に示すように、実施例6-1と同程度の良好なCNRが得られ、一定外部磁界に対する再生安定性を得ることができる。

【0139】[第4の実施の形態] 本発明の第4の実施の形態の光磁気記録媒体の磁化状態を図16に示す。本実施の形態は、第2の実施の形態と第3の実施の形態とを組み合わせた構成からなる光磁気記録媒体である。すなわち、磁気的極性の異なる第4磁性層19と第5磁性層20とを積層して、第4磁性層19及び第5磁性層20から発生する漏洩磁束を低く抑えることで、読取側の磁性層（第6磁性層21及び第7磁性層22）におけるスムーズな磁壁移動を実現するとともに、磁気的極性の異なる第6磁性層21と第7磁性層22とを積層して、第6磁性層21及び第7磁性層22における各層のトータル磁化を反平行とすることにより、第4磁性層19及び第5磁性層20から発生する漏洩磁束、又は、光ピックアップ等から発生する漏洩磁束が、第6磁性層21及び第7磁性層22における磁壁移動に与える影響を低く抑え、第6磁性層21及び第7磁性層22におけるスムーズな磁壁移動を実現するものである。

【0140】次に、本発明の第4の実施の形態を光磁気記録媒体を光磁気ディスクに適用した場合について図面を用いて説明する。

【0141】本発明の光磁気記録媒体は、図17に示すように、光磁気ディスク基板13上に透明誘電体保護層14、第6磁性層21、第7磁性層22、第2磁性層2、第4磁性層19、第5磁性層20、保護層15が順次形成された構成を有している。

【0142】第4の実施の形態における基板13、透明誘電体保護層14、第6磁性層21、第7磁性層22、第2磁性層2、第4磁性層19、第5磁性層20、保護層15は、それぞれ、第2の実施の形態及び第3の実施の形態に記載の材料を同様にして用いることが可能である。

【0143】本実施の形態においては、第4磁性層19と第5磁性層20の磁気的極性が異なっていればよく、第4磁性層19と第5磁性層20の形成順序は図17と逆であってもかまわない。

【0144】また、本実施の形態においては、第6磁性層21と第7磁性層22の磁気的極性が異なっていればよく、第6磁性層21と第7磁性層22の形成順序は図17と逆であってもかまわない。

【0145】また、この構成に、更に、Al1、AlT

a, AlTi, AlCr, AlNi, AlCo, Cu等からなる熱拡散金属層を保護層15上に付加することにより、媒体の熱的特性を改善することが可能となる。更に、場合によっては、保護層15上、または、上記熱拡散層金属層上に紫外線硬化樹脂または熱硬化樹脂または滑潤層が形成されることもある。

【0146】また、低磁界記録を目的として、第4磁性層19または第5磁性層20のよりキュリー温度の高い磁性層に接して、該よりキュリー温度の高い磁性層の保磁力より小さな保磁力を有し、該よりキュリー温度の高い磁性層のキュリー温度よりも高いキュリー温度を有する垂直磁化膜、例えば、 $GdFeCo$ 、 $GdTbFeCo$ 、 $GdDyFeCo$ 等の垂直磁化膜からなる記録補助層を積層して形成しても良い。

【0147】次にこの構成の光磁気ディスクの形成方法及び記録再生方法の具体例を説明する。

【0148】＜実施例7＞

(1) 光磁気ディスクの形成方法

上記構成の磁気ディスクの形成方法について説明する。

【0149】まず、実施例3と同様に、基板13上に膜厚80nmのAlNからなる透明誘電体保護層14、膜厚20nmの($Gd_{0.30}Fe_{0.70}$) $_{0.89}Si_{0.11}$ からなる第6磁性層21、膜厚20nmの($Gd_{0.21}Fe_{0.79}$) $_{0.83}Si_{0.17}$ からなる第7磁性層22、膜厚10nmの $Dy_{0.28}Fe_{0.78}$ からなる第2磁性層2を形成する。

【0150】次に、実施例2と同様に、膜厚15nmの $Tb_{0.20}(Fe_{0.90}Co_{0.10})_{0.80}$ からなる第4磁性層19、膜厚15nmの $Tb_{0.30}(Fe_{0.87}Co_{0.13})_{0.70}$ からなる第5磁性層20、膜厚20nmのAlNからなる保護層15を形成する。

【0151】(2) 記録再生特性
上記光磁気ディスクを、波長680nmの半導体レーザを用いた光磁気ピックアップで、線速2.5m/sの条件で評価した結果について説明する。

【0152】まず、記録再生用レーザを7.1mWで連続照射しながら、記録磁界を±1.5kA/mで変動することにより第4磁性層19及び第5磁性層20に、記録磁界の向きに対応した上向き磁化と下向き磁化との繰り返しパターンを形成した。また、記録磁界の変調周波数を変えることにより、0.1～0.5μmの範囲のマーク長の磁区パターンを記録した。ここで、マーク長とは、マーク長に対応する長さの記録磁区をマーク長の2倍の長さのビットで形成していることを意味する。

【0153】次に、記録再生用レーザを2.2mWで連続照射してCNR(信号対雑音比)を測定した。図18は、そのマーク長依存性を実施例7-1として記したものである。なお、比較のため、実施例7の構成において、第7磁性層22を設けず、第6磁性層21の膜厚を40nmとした場合の光磁気ディスクにおけるCNRを

比較例7-1(実施の形態2の発明に係る一例)として図19に示す。

【0154】また、実施例7-2、及び、比較例7-2は、それぞれ、光ピックアップからの漏洩磁束を想定して、実施例7-1、及び、比較例7-1について、+4kA/mの一定外部磁界の存在下でCNRを測定した結果である。

【0155】本実施例においては、実施例2と同様に、磁気的極性の異なる第4磁性層19と第5磁性層20を用いているため、第4磁性層19及び第5磁性層20から発生する漏洩磁束が低く抑え込まれている。したがって、上記一定外部磁界が存在しない状態においては、実施例7-1と比較例7-1に示すように、第7磁性層22の有無に関わらず、良好なCNRが得られている。

【0156】しかし、一定外部磁界を印加した場合、第7磁性層22を設けていない光磁気記録媒体においては、比較例7-2に示すように、すべてのマーク長において、比較例7-1より大幅に低いCNRしか得られておらず、第7磁性層22を設けない場合、一定外部磁界に対する再生安定性がないことがわかる。一方、第7磁性層22を設けた光磁気記録媒体においては、実施例7-2に示すように、実施例7-1と同程度の良好なCNRが得られ、一定外部磁界に対する再生安定性が得られている。

【0157】〔第5の実施の形態〕本実施の形態は、上述した実施の形態の光磁気記録媒体の変形例であり、第1磁性層(または第6磁性層及び第7磁性層)におけるスムーズな磁壁移動を実現するとともに、低磁界記録を実現するものである。以下に説明する。

【0158】＜実施例8＞実施の形態2における実施例5は、基板上に、膜厚80nmのAlNからなる透明誘電体層14、膜厚40nmの($Gd_{0.27}Fe_{0.73}$) $_{0.85}Si_{0.15}$ からなる第1磁性層1、膜厚10nmの $Dy_{0.25}Fe_{0.75}$ からなる第2磁性層2、膜厚15nmの $Tb_{0.20}(Fe_{0.90}Co_{0.10})_{0.80}$ からなる第4磁性層19、膜厚15nmの $Tb_{0.30}(Fe_{0.87}Co_{0.13})_{0.70}$ からなる第5磁性層20、膜厚20nmのAlNからなる保護層15を形成した光磁気記録媒体であったが、この光磁気記録媒体において低磁界記録を実現するためには、第4磁性層19または第5磁性層20のキュリー温度の高い方の磁性層に接して、それより小さな保磁力を有し且つ高いキュリー温度を有する垂直磁化膜を記録補助層として積層する必要がある。

【0159】本実施例では、第4磁性層19を第5磁性層20よりも小さな保磁力を有し且つ高いキュリー温度を有する垂直磁化膜とする。これにより、第4磁性層19と第5磁性層20から発生する漏洩磁束を抑制し、第1磁性層1におけるスムーズな磁壁移動を実現するとともに、低磁界記録を実現する。ここで、第4磁性層19は、第5磁性層20と交換結合しているため、再生が行

われる所定温度において磁壁が移動することなく、第1磁性層1よりも磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度の大きな垂直磁化膜であっても良い。但し、第1磁性層1は、所定温度において第5磁性層に比べて相対的に磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度が大きな垂直磁化膜であることが必要である。以下、この構成の光磁気ディスクの形成方法及び記録再生方法の具体例を説明する。

【0160】(1) 光磁気ディスクの形成方法

まず、実施例5と同様にして、基板13上に膜厚80nmのAlNからなる透明誘電体保護層14、膜厚40nmの($Gd_{0.27}Fe_{0.73}$) $_{0.85}Si_{0.15}$ からなる第1磁性層1、及び、膜厚10nmの $Dy_{0.25}Fe_{0.75}$ からなる第2磁性層2を形成した。

【0161】次に、GdFeCo合金ターゲットに電力を供給して、ガス圧 4×10^{-3} Torrの条件で、上記第2磁性層2上に、 $Gd_{0.19}(Fe_{0.93}Co_{0.07})_{0.81}$ からなる第4磁性層19を膜厚15nmで形成する。その第4磁性層19は、室温における保磁力が16kA/mであり、キュリー温度が270℃であり、室温から該キュリー温度(270℃)まで、常にTMrich組成の垂直磁化膜であった。

【0162】次に、第2のTbFeCo合金ターゲットに電力を供給して、ガス圧 4×10^{-3} Torrの条件で、上記第4磁性層19上に、 $Tb_{0.30}(Fe_{0.67}Co_{0.13})_{0.70}$ からなる第5磁性層20を膜厚15nmで形成する。その第5磁性層20は、室温における保磁力が400kA/mであり、キュリー温度が255℃であり、室温から該キュリー温度(255℃)まで、常にRErich組成の垂直磁化膜であった。

【0163】次に、上記第5磁性層20上に、実施例1と同様にして、膜厚20nmのAlNからなる保護層15を形成する。

【0164】また、この構成に、更に、Al、AlT、AlTi、AlCr、AlNi、AlCo、Cu等からなる熱拡散金属層を付加することにより、媒体の熱的特性を改善することが可能となる。更に、場合によっては、保護層15上、または、上記熱拡散層上に紫外線硬化樹脂または熱硬化樹脂または潤滑層が形成されることもある。

【0165】(2) 記録再生特性

上記光磁気ディスクを、波長680nmの半導体レーザーを用いた光磁気ピックアップで、線速2.5m/sの条件で評価した結果について説明する。

【0166】まず、記録再生用レーザーを6.5mWで連続照射しながら、記録磁界を ± 9 kA/mで変調することにより第4磁性層19及び第5磁性層20に、記録磁界の向きに対応した上向き磁化と下向き磁化との繰り返りパターンを形成した。記録磁界の変調周波数を変えることにより、0.1~0.5μmの範囲のマーク長の磁区パターンを記録した。ここで、マーク長とは、マーク

長に対応する長さの記録磁区をマーク長の2倍の長さのピッチで形成していることを意味する。

【0167】次に、記録再生用レーザーを1.8mWで連続照射して測定したCNR(信号対雑音比)のマーク長依存性を実施例8として図2に示す。比較のため、実施例5の構成において、第5磁性層20を設けず、第4磁性層19の膜厚を30nmとした場合の光磁気ディスクにおけるCNRを比較例5として同図に示す。

【0168】実施例8においては、極性の異なる第4磁性層19と第5磁性層20とが積層されることにより、漏洩磁束の発生が抑制され、実施例1と同様に0.1~0.5μmの範囲のマーク長において、40dB以上のCNRが得られているのに対して、比較例5においては、実施例5よりも低いCNRしか得られないことがわかる。これは、比較例5の光磁気記録媒体において、第5磁性層20を設けることなく、TMrich組成の垂直磁化膜を第4磁性層19として採用したことにより、第4磁性層19からの漏洩磁束が大きくなり、第1磁性層1におけるスムーズな磁壁移動が妨げられたことによるものである。マーク長が短くなることにより、第4磁性層19に記録された磁区周期が短くなり、同時に、そこから発生する漏洩磁束の反転周期が短くなることにより、第1磁性層1における磁壁移動がうける影響が大きくなるため、該CNRの低下は、マーク長の短い領域においてより顕著となる。

【0169】次に、図3は、実施例5と実施例8の光磁気ディスクについて、マーク長0.2μmにおけるCNRの記録磁界依存性を調べた結果を示している。第4磁性層19としてTbFeCoを用いた実施例5においては、CNRを飽和させるのに、およそ ± 15 kA/mの記録磁界が必要であるが、実施例8においては、CNRを飽和させるのに、およそ ± 8 kA/mの記録磁界で十分であることがわかる。

【0170】<実施例9>実施例7は、基板上に、膜厚80nmのAlNからなる透明誘電体層14、膜厚20nmの($Gd_{0.30}Fe_{0.70}$) $_{0.85}Si_{0.15}$ からなる第6磁性層21、膜厚20nmの($Gd_{0.21}Fe_{0.79}$) $_{0.83}Si_{0.17}$ からなる第7磁性層22、膜厚10nmの $Dy_{0.25}Fe_{0.75}$ からなる第2磁性層2、膜厚15nmの $Tb_{0.20}(Fe_{0.90}Co_{0.10})_{0.80}$ からなる第4磁性層19、膜厚15nmの $Tb_{0.30}(Fe_{0.67}Co_{0.13})_{0.70}$ からなる第5磁性層20、膜厚20nmのAlNからなる保護層15を形成した光磁気記録媒体であった。この光磁気記録媒体では、低磁界記録を実現するためには、第4磁性層19または第5磁性層20のキュリー温度の高い方の磁性層に接して、それよりも小さな保磁力を有し且つ高いキュリー温度を有する垂直磁化膜を記録補助層として積層する必要がある。

【0171】本実施例では、第4磁性層19を第5磁性層20よりも小さな保磁力を有し且つ高いキュリー温度

を有する垂直磁化膜とすることにより、第4磁性層19と第5磁性層20から発生する漏洩磁束を抑制し、第6磁性層21及び第7磁性層22におけるスムーズな磁壁移動を実現するとともに、低磁界記録を実現するものである。ここで、第4磁性層19は、第5磁性層20と交換結合しているため、再生が行われる所定温度において磁壁が移動することはなく、第6磁性層21及び第7磁性層22よりも磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度の大きな垂直磁化膜であっても良い。但し、第6磁性層21及び第7磁性層22は、所定温度において第5磁性層に比べて相対的に磁壁抗磁力が小さく磁壁移動度の大きな垂直磁化膜であることが必要である。以下、この構成の光磁気ディスクの形成方法及び記録再生方法の具体例を説明する。

【0172】(1) 光磁気ディスクの形成方法

まず、実施例7と同様にして、基板13上に膜厚80nmのAlNからなる透明誘電体保護層14、膜厚20nmの(Gd_{0.30}Fe_{0.70})_{0.89}Si_{0.11}からなる第6磁性層21、及び、膜厚20nmの(Gd_{0.21}Fe_{0.79})_{0.83}Si_{0.17}からなる第7磁性層22、及び、膜厚10nmのDy_{0.28}Fe_{0.75}からなる第2磁性層2を形成した。

【0173】次に、GdFeCo合金ターゲットに電力を供給して、ガス圧 4×10^{-3} Torrの条件下、上記第2磁性層2上に、Gd_{0.19}(Fe_{0.93}Co_{0.07})_{0.81}からなる第4磁性層19を膜厚15nmで形成する。その第4磁性層19は、室温における保磁力が16kA/mであり、キュリー温度が270℃であり、室温から該キュリー温度(270℃)まで、常にTMrich組成の垂直磁化膜であった。

【0174】次に、TbFeCo合金ターゲットに電力を供給して、ガス圧 4×10^{-3} Torrの条件下、上記第4磁性層19上に、Tb_{0.30}(Fe_{0.87}Co_{0.13})_{0.70}からなる第5磁性層20を膜厚15nmで形成する。その第5磁性層20は、室温における保磁力が40kA/mであり、キュリー温度が255℃であり、室温から該キュリー温度(255℃)まで、常にRerich組成の垂直磁化膜であった。

【0175】次に、上記第5磁性層20上に、膜厚20nmのAlNからなる保護層15を形成する。

【0176】また、この構成に、更に、Al、AlTa、AlTi、AlCr、AlNi、AlCo、Cu等からなる熱拡散金属層を付加することにより、媒体の熱的特性を改善することが可能となる。更に、場合によっては、保護層15上、または、上記熱拡散層上に紫外線硬化樹脂または熱硬化樹脂または潤滑層が形成されることもある。

【0177】(2) 記録再生特性

上記光磁気ディスクを、波長680nmの半導体レーザを用いた光磁気ピックアップで、線速2.5m/sの条

件で評価した結果について説明する。

【0178】まず、記録再生用レーザを6.5mWで連続照射しながら、記録磁界を ± 9 kA/mで変調することにより第4磁性層19及び第5磁性層20に、記録磁界の向きに対応した上向き磁化と下向き磁化との繰り返りパターンを形成した。記録磁界の変調周波数を変えることにより、0.1~0.5μmの範囲のマーク長の磁区パターンを記録した。ここで、マーク長とは、マーク長に対応する長さの記録磁区をマーク長の2倍の長さのピッチで形成していることを意味する。

【0179】次に、記録再生用レーザを1.8mWで連続照射して測定したCNR(信号対雑音比)のマーク長依存性を実施例9として図24に示す。

【0180】比較のため、実施例7の光磁気ディスクにおけるCNRを同図に示す。実施例9においては、極性の異なる第4磁性層19と第5磁性層20とが積層されることにより、漏洩磁束の発生が抑制され、実施例7と同様に0.1~0.5μmの範囲のマーク長において、40dB以上のCNRが得られることがわかる。

【0181】次に、図25は、実施例7と実施例9の光磁気ディスクについて、マーク長0.2μmにおけるCNRの記録磁界依存性を調べた結果を示している。第4磁性層19としてTbFeCoを用いた実施例7においては、CNRを飽和させるのに、およそ ± 15 kA/mの記録磁界が必要であるが、実施例9においては、CNRを飽和させるのに、およそ ± 8 kA/mの記録磁界で十分であることがわかる。

【0182】

【発明の効果】以上のように、本発明の光磁気記録媒体は、第1磁性層、第2磁性層、第3磁性層が順次積層されており、それらのキュリー温度をTc1、Tc2、Tc3としたときに、Tc2<Tc1<Tc3が成立するものである。

【0183】このような光磁気記録媒体及びその再生方法によれば、繰り返し再生が発生しない磁区拡大再生を実現でき、再生信号振幅を低下させることなく、光の回折限界以下の周期の信号が再生可能となり、記録密度を大幅に向上させることができる。

【0184】また、第3磁性層の代わりに、磁気的極性の異なる第4磁性層、第5磁性層を使用することで、第1磁性層への漏洩磁束を抑制でき、漏洩磁束が再生層に与える影響を低減することができ、再生層における磁壁をスムーズに移動させることができる。これにより、繰り返し再生が発生しない安定した磁区拡大再生が実現し、再生信号振幅を低下させることなく、光の回折限界以下の周期の信号が再生可能となり、記録密度を大幅に向上させることができる。

【0185】また、第1磁性層の代わりに、磁気的極性の異なる第6磁性層、第7磁性層を使用することで、漏洩磁束による影響が低減され、第1磁性層における磁壁

がスムーズに移動することにより、繰り返し再生が発生しない安定した磁区拡大再生を実現できる。

【0186】さらに、第4磁性層を第5磁性層よりも小さな保磁力を有し且つ高いキュリー温度を有する垂直磁化膜とすることにより、第4磁性層と第5磁性層から発生する漏洩磁束を抑制し、第1磁性層1におけるスムーズな磁壁移動を実現するとともに、低磁界記録を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光磁気ディスクの再生原理を説明する断面模式図である。

【図2】図1の状態から媒体が移動したときの様子を説明する断面模式図である。

【図3】図1の状態から媒体が移動したときの他の様子を説明する断面模式図である。

【図4】第1の実施の形態の光磁気ディスクの構成を示す断面図である。

【図5】案内溝を有する基板に形成した光磁気ディスクの構成を示す断面図である。

【図6】図5の光磁気ディスクの磁壁を説明する平面図である。

【図7】実施例1の光磁気ディスクのCNRのマーク長依存性を示す図である。

【図8】第2実施の形態の光磁気ディスクの再生原理を説明する断面模式図である。

【図9】図8の光磁気ディスクの磁気特性を説明する断面模式図である。

【図10】第2の実施の形態の光磁気ディスクの構成を示す断面図である。

【図11】実施例5の光磁気ディスクのCNRのマーク

長依存性を示す図である。

【図12】第3の実施の形態の光磁気ディスクの再生原理を説明する断面模式図である。

【図13】図12の光磁気ディスクの磁気特性を説明する断面模式図である。

【図14】第3の実施の形態の光磁気ディスクの構成を示す断面図である。

【図15】実施例6の光磁気ディスクのCNRのマーク長依存性を示す図である。

【図16】第4の実施の形態の光磁気記録媒体を説明する断面模式図である。

【図17】第4の実施の形態の光磁気ディスクの構成を示す断面図である。

【図18】実施例7の光磁気ディスクのCNRのマーク長依存性を示す図である。

【図19】従来の光磁気ディスクの再生原理を説明する断面模式図である。

【図20】図19の状態から媒体が移動したときの様子を説明する断面模式図である。

【図21】図19の状態から媒体が移動したときの他の様子を説明する断面模式図である。

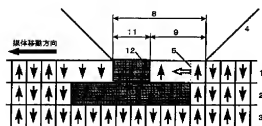
【図22】実施例8の光磁気ディスクのCNRのマーク長依存性を示す図である。

【図23】実施例8の光磁気ディスクのCNRの記録磁界依存性を示す図である。

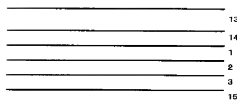
【図24】実施例9の光磁気ディスクのCNRのマーク長依存性を示す図である。

【図25】実施例9の光磁気ディスクのCNRの記録磁界依存性を示す図である。

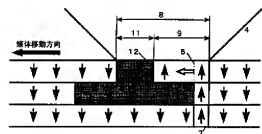
【図1】



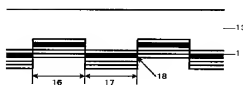
【図4】



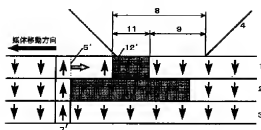
【図2】



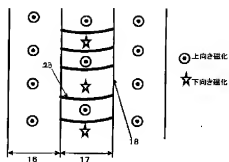
【図5】



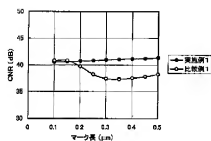
【図3】



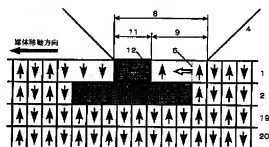
【図6】



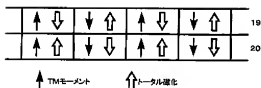
【図7】



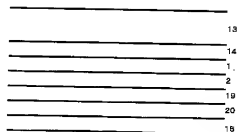
【図8】



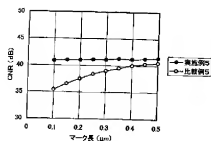
【図9】



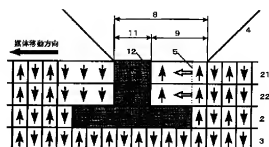
【図10】



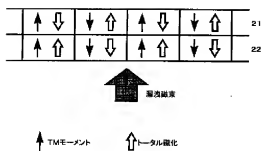
【図11】



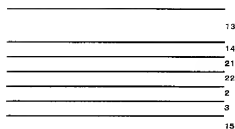
【図12】



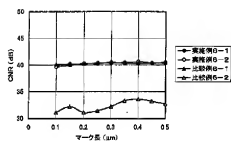
【図13】



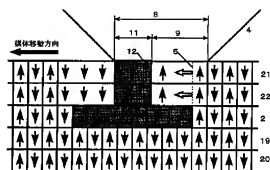
【図14】



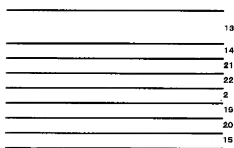
【図15】



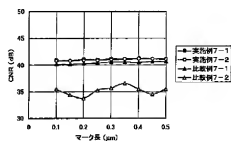
【図16】



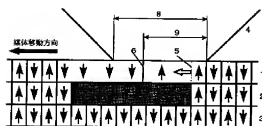
【図17】



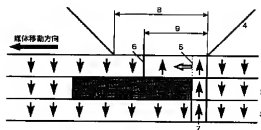
【図18】



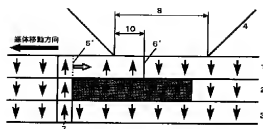
【図19】



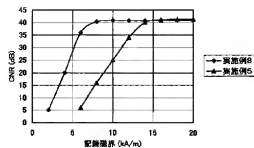
【図20】



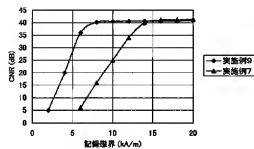
【図 2 1】



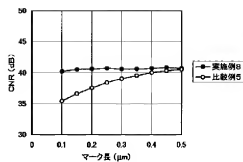
【図 2 3】



【図 2 5】



【図 2 2】



【図 2 4】

